



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 00 311 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 01 B 7/08**  
H 01 B 3/30

②1 Aktenzeichen: P 42 00 311.3  
②2 Anmeldetag: 9. 1. 92  
④3 Offenlegungstag: 15. 7. 93

DE 42 00 311 A 1

⑦1 Anmelder:  
PCD Petrochemie Danubia Deutschland GmbH, 8000  
München, DE

⑦2 Erfinder:  
Ogris, Bernhard, Dipl.-Ing., Linz, AT

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
DE 16 40 163 C3  
DE 32 05 591 A1  
DOMININGHAUS, H.: Technische Kunststoffe mit  
hoher Wärmebeständigkeit. In: Kunststoffe, 69,  
1971, 1, S. 2-11;

⑤4 Kleberfreie Flachbandleiter

⑤7 Kleberfreie Flachbandleiter aus amorphen oder teilkristal-  
linen Thermoplasten, die durch Heißpressen von Thermo-  
plastbahnen und metallischen Leitern hergestellt werden.

DE 42 00 311 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Flachbandleiter aus amorphen oder teilkristallinen Thermoplasten, die ohne Verwendung eines zusätzlichen Klebers durch Heißpressen hergestellt werden.

Flachbandleiter können beispielsweise zur Verbindung von elektrischen Bauteilen, als Steuersignal- oder Energietransportleitungen oder als flexible Heizelemente eingesetzt werden. Sie bestehen aus metallischen Leitelementen, beispielsweise Metalldrähten, Litzendrähten oder Flachdrähten, die mit Hilfe von Klebern zwischen orientierten Polyethylenterephthalatfolien eingesiegelt sind. Der Nachteil dieser Flachbandleiter liegt einerseits in der relativ geringen thermischen Belastbarkeit der Polyethylenterephthalatfolien, sowie andererseits in der Anwesenheit der zusätzlichen Klebeschicht, die eine zusätzliche Schwachstelle darstellt. Der wesentliche Nachteil der Kleber liegt vor allem in ihrer geringen thermischen Belastbarkeit, ihrer geringen Alterungsbeständigkeit und ihrer Sprödigkeit. Dadurch besitzen die bekannten Flachbandleiter eine nur geringe Flexibilität, die insbesondere bei der Verbindung von bewegten Teilen von Nachteil ist.

Die Aufgabe der Erfindung war es, verbesserte, flexible Flachbandleiter bereitzustellen, die vor allem eine höhere Dauergebrauchstemperatur gestatten.

Die Lösung der Aufgabe gelingt durch Verwendung von Folien mit hoher Thermostabilität, die ohne Verwendung zusätzlicher Kleber durch gemeinsames Heißpressen mit metallischen Leitern zu Flachbandleitern verpreßt werden können.

Gegenstand der Erfindung sind demnach kleberfreie Flachbandleiter, die im wesentlichen aus metallischen Leitern bestehen, die innerhalb von amorphen oder teilkristallinen Thermoplasten oder deren Gemischen mit einer Glasübergangstemperatur (Tg) von 80 bis 280°C und einem Schmelzpunkt (Tm) der teilkristallinen Thermoplaste von 260 bis 400°C eingebettet sind.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Flachbandleiter liegt darin, daß sie nur aus den zu verbindenden Bauteilen bestehen und keine artfremden Materialien zum Verkleben der einzelnen Bestandteile notwendig sind. Die erfindungsgemäßen Flachbandleiter zeichnen sich vor allem durch gute thermische Belastbarkeit, lange Lebensdauer und hohe Flexibilität aus.

Amorphe Thermoplaste, wie z. B. Polyetherimide, Polyethersulfone oder Polysulfone können bei Temperaturen über ihrer Tg thermoplastisch verarbeitet werden. Teilkristalline Thermoplaste, wie z. B. Polyetherketone oder Polyphenylensulfid, die zusätzlich zur Tg auch einen Tm besitzen, werden bei der thermoplastischen Verarbeitung über Tm erhitzt. Bevorzugt sind amorphe Thermoplaste mit einem Tg von 180 bis 240°C und teilkristalline Thermoplaste mit einem Tg von 80 bis 180°C. Weiters bevorzugt sind teilkristalline Thermoplaste mit einem Tm von 270 bis 380°C.

Die erfindungsgemäß eingesetzten Thermoplaste sind insbesondere solche, die aus aromatischen oder heteroaromatischen Kettenelementen aufgebaut sind. Bevorzugte Thermoplaste sind Polyetherketone, Polyetherimide, Polyethersulfone, Polysulfone oder Polyphenylensulfid. Unter Polyetherketonen sind auch solche zu verstehen, die mehrere Ethergruppen bzw. Ketogruppen in den Nonomerbausteinen enthalten, wie z. B. Polyetheretherketone (PEEK), Polyetherketoketone (PEKK) oder Polyetheretherketoketone (PEEKK). Die Thermoplaste sind kommerziell erhältlich, beispielsweise Polyetherketone (PEK) als Ultrapek® (BASF), PEEK als Victrex® (ICI), PEKK als Arotone® (Du Pont), PEEKK als Hostatec® (Hoechst), Polyetherimide (PEI) als Ultem® (General Electric), Polyethersulfone (PESU) als Ultrason E® (BASF), Polysulfone (PSU) als Ultrason S® (BASF) oder Udel® (Amoco) und Polyphenylensulfid (PPS) als Fortron® (Hoechst) oder Ryton® (Phillips). Polyetherketone, PEI oder PPS sind beispielsweise in der DE-OS 39 31 649 oder US 49 96 287 beschrieben. Die Herstellung von Folien, Platten oder Bändern aus den Thermoplasten gelingt nach bekannten Verfahren, beispielsweise durch Aufschmelzen der Granulate in einem Extruder, Extrusion durch eine Düse und anschließendes Abkühlen der Schmelze im Wasserbad oder auf einer Gießwalze. Die Folien sind auch kommerziell erhältlich, beispielsweise als Litrex® bei PCD Polymere.

Tabelle 1

Glasübergangstemperaturen (Tg) und Schmelzpunkte (Tm) der Thermoplaste (°C)

	Tg	Tm
PEK	170	380
PEEK	143	334
PEKK	156	325
PEEKK	160	365
PPS	85	280
PEI	215	—
PESU	230	—
PSU	190	—

Als metallische Leiter, die zwischen den Thermoplastschichten eingebettet zu liegen kommen, können alle Metallschichtteile, die den elektrischen Strom leiten, verwendet werden. Die elektrische Leitfähigkeit dieser metallischen Leiter liegt entsprechend ihrer Verwendung üblicherweise bei etwa 1,8 bis 63 m/ohm × min<sup>2</sup>. Als Metalle kommen alle üblichen Leiter- bzw. Widerstandsmetalle, wie z. B. Kupfer, Silber, Eisen, Nickel, Alumi-

um bzw. Legierungen dieser Metalle unter sich oder mit z. B. Tantal, Konstantan in Frage. Als metallische Leiter können beispielsweise Rundleiter, die z. B. aus einzelnen Drähten oder aus Litzen bestehen, Flachleiter, z. B. in Form von Metallbändern, Folien, Geweben oder Geflechten, oder anders geformte Metallteile, wie z. B. gestanzte Folienteile verwendet werden. Aufgrund spezieller Anforderungen können die metallischen Leiter oberflächenveredelt sein, beispielsweise mechanisch, z. B. durch Bürsten, Sandstrahlen oder galvanisch und/oder chemisch, z. B. durch Aufbringen einer zusätzlichen Metallschicht, beispielsweise einer Zinnschicht.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Flachbandleiter erfolgt durch Verpressen von metallischen Leitern zwischen Bahnen, wie z. B. Folien, Platten oder Bändern aus amorphen Thermoplasten bei Temperaturen oberhalb der Glasübergangstemperatur, oder aus teilkristallinen Thermoplasten oberhalb des Schmelzpunktes und anschließendes Abkühlen der erhaltenen Verbunde. Es sind Preßtemperaturen bis knapp unter die Zersetzungstemperatur des jeweiligen Thermoplasten möglich. Bevorzugt liegt die Preßtemperatur für amorphe Thermoplaste bei etwa  $(T_g + 30)^\circ\text{C}$  bis etwa  $(T_g + 130)^\circ\text{C}$  bzw. für teilkristalline Thermoplaste bei etwa  $(T_m + 20)^\circ\text{C}$  bis etwa  $(T_m + 100)^\circ\text{C}$ . Der Preßdruck liegt üblicherweise bei etwa 1 bis 40 bar. Dabei können beispielsweise die metallischen Leiter zwischen 2 Folien eingelegt und der Verbund anschließend auf einer Presse bei den jeweiligen über  $T_g$  bzw. über  $T_m$  liegenden Temperaturen verpreßt werden. Dabei ist es besonders überraschend, daß die Dimensionsstabilität der verwendeten Folien trotz der hohen Temperatur beim Preßvorgang erhalten bleibt und kein Schrumpfen auftritt. Die erhaltenen Flachbandleiter stellen fest haftende Verbunde dar und zeigen auch bei höheren Temperaturen ausgezeichnete elektrische Isolierung.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Flachbandleiter kann sowohl auf stationären Pressen, wie z. B. Etagenpressen oder Druckautoklaven, als auch auf kontinuierlichen Pressen, wie z. B. Laminatoren, Kalandern oder Doppelbandpressen erfolgen. Im Falle der Verwendung von kontinuierlichen Pressen ist es auch möglich, frisch extrudierte, noch im thermoplastischen Zustand über  $T_g$  bzw.  $T_m$  befindliche Folien gemeinsam mit den metallischen Leitern in die Presse einlaufen zu lassen.

In den Beispielen wurden folgende Folien bzw. Flachdrähte miteinander verpreßt.

PEI-Folie, ... Polyetherimidfolie, Litrex® I, PCD Polymere; Dicke: 0,1 mm  
 PSU-Folie, ... Polysulfonfolie, Litrex® U, PCD Polymere; Dicke: 0,1 mm  
 PESU-Folie, ... Polyethersulfonfolie, Litrex® S, PCD Polymere; Dicke: 0,1 mm  
 PEEK-Folie, ... Polyetheretherketonfolie, Litrex® TK, PCD Polymere; Dicke: 0,1 mm  
 Kupfer-Flachdraht, AWG 26 (Fa. Pfaff Präzision, BRD); Dicke: 0,076 mm, Breite: 1,57 mm

#### Beispiel 1

Auf einem Hochtemperaturlaminator (Fa. Anger, BRD), der mit einer beheizten Teflonwalze und einer beheizten Gummiwalze bestückt war, wurden kontinuierlich 5 Kupferflachdrähte (Dicke 0,076 mm, Breite 1,57 mm) und oberhalb und unterhalb je eine PEI-Folie (Dicke 0,1 mm, Breite 100 mm) derart miteinander verpreßt, daß die 5 Kupferdrähte in einem Abstand von je 2,5 mm zueinander in der Mitte zwischen den beiden PEI-Folien zu liegen kamen. Die Walzentemperatur lag bei  $250^\circ\text{C}$ , der Walzendruck bei 30 bar, die Bahngeschwindigkeit bei 1,4 m/min. Der erhaltene Flachbandleiter weist eine hohe Flexibilität sowie eine gute Haftung auf.

#### Beispiel 2

Auf einer Doppelbandpresse mit einer Prozeßlänge von 4 m und einer Prozeßbreite von 550 mm (Fa. Held, BRD) wurden 5 Kupferflachdrähte jeweils zwischen 2 Folien aus PESU bzw. PSU bzw. PEEK, analog zu der Anordnung gemäß Beispiel 1, kontinuierlich zu Flachbandleitern verpreßt. Die Bahngeschwindigkeit  $v$  (m/min), der Druck  $p$  (bar) und der Temperaturverlauf ( $^\circ\text{C}$ ) im Einlaufbereich ( $T_1$ ), auf der ersten Heizplatte ( $T_2$ ), auf der anschließenden Temperierplatte ( $T_3$ ) und auf der letzten Temperierplatte ( $T_4$ ) der Doppelbandpresse sind in Tabelle 2 zusammengestellt:

Tabelle 2

Fahrweise der Doppelbandpresse

	$T_1 (^\circ\text{C})$	$T_2 (^\circ\text{C})$	$T_3 (^\circ\text{C})$	$T_4 (^\circ\text{C})$	$p$ (bar)	$v$ (m/min)
PESU	150	320	200	180	15	0,7
PSU	150	250	180	140	15	1
PEEK	170	400	200	180	10	0,7

Die erhaltenen Flachbandleiter zeigen eine hohe Flexibilität sowie gute Haftung.

#### Patentansprüche

1. Kleberfreie Flachbandleiter bestehend im wesentlichen aus metallischen Leitern, die innerhalb von

amorphen oder teilkristallinen Thermoplasten oder deren Gemischen mit einer Glasübergangstemperatur (T<sub>g</sub>) von 80 bis 280°C und einem Schmelzpunkt (T<sub>m</sub>) der teilkristallinen Thermoplaste von 260 bis 400°C eingebettet sind.

2. Flachbandleiter gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Glasübergangstemperaturen (T<sub>g</sub>) der amorphen Thermoplaste bei 180 bis 240°C und der teilkristallinen Thermoplaste bei 80 bis 180°C liegen.

3. Flachbandleiter gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzpunkt (T<sub>m</sub>) der teilkristallinen Thermoplaste bei 270 bis 380°C liegt.

4. Flachbandleiter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermoplaste aus Polyetherketonen, Polyetherimiden, Polyethersulfonen, Polysulfonen oder Polyphenylensulfid oder deren Gemischen bestehen.

5. Flachbandleiter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die metallischen Leiter Rundleiter oder Flachleiter sind.

6. Verfahren zur Herstellung von kleberfreien Flachbandleitern gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß metallische Leiter zwischen Bahnen aus amorphen oder teilkristallinen Thermoplasten eingebracht und bei Temperaturen oberhalb T<sub>g</sub>, bzw. im Falle von teilkristallinen Thermoplasten oberhalb T<sub>m</sub>, verpreßt werden.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermoplastbahnen und metallischen Leiter kontinuierlich auf einer Doppelbandpresse oder einem Laminator verpreßt werden.

**PUB-NO:** DE004200311A1  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** DE 4200311 A1  
**TITLE:** Flat tape conductor for long  
term high temp. use - has  
metal conductors embedded in  
thermoplastics e.g.  
polyether-ketone(s) of  
amorphous and/or partly  
crystalline type  
**PUBN-DATE:** July 15, 1993

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
OGRIS, BERNHARD DIPL ING	AT

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
DANUBIA PETROCHEM DEUTSCHLAND	DE

**APPL-NO:** DE04200311

**APPL-DATE:** January 9, 1992

**PRIORITY-DATA:** DE04200311A (January 9, 1992)

**INT-CL (IPC):** H01B003/30 , H01B007/08

**EUR-CL (EPC):** H01B003/30 , H01B007/08

**US-CL-CURRENT:** 174/117F

**ABSTRACT:**

Adhesive-free flat tape conductor consists of metallic conductors (I) embedded in amorphous thermoplastics (IIA) or partly crystalline thermoplastics (IIB) or a mixt. of these with a Tg of 80-280 deg.C and m.pt. (Tm) of 260-400 deg.C for (IIB). The prodn. of the conductor is also claimed. (IIA) has a Tg of 180-240 deg.C and (IIB) a Tg of 80-180 deg.C and Tm of 270-380 deg.C. (II) consists of polyether-ketones, polyether-imides, polyether-sulphones, polysulphones and/or polyphenylene sulphide. (I) are round or flat wires. (I) are placed between sheets of (II) and pressured at temps. above the Tg of (IIA) or Tm of (IIB), pref. continuously on a double belt press or laminator. USE/ADVANTAGE - The conductor is suitable for long-term use at high temp.. It has high thermal stability and flexibility. Firm bonding is obtd. without using adhesive and the electrical insulation is excellent, even at high temp..